(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 7 月 27 日(27.07.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/126679 A1

(51) 国際特許分類:
A01G 7/00 (2006.01) *H01L 33/50* (2010.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/001983

(22) 国際出願日: 2017 年 1 月 20 日(20.01.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-010156 2016 年 1 月 21 日(21.01.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 牛山 直矢 (USHIYAMA, Naoya); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 松永 範昭 (MATSUNAGA, Noriaki); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 池田 裕一郎 (IKEDA, Yuuichiro); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 宮崎 まどか (MIYAZAKI, Madoka); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 高橋 喜子 (TAKAHASHI, Yoshiko); 〒2378510 神奈川県横須賀市船越町１丁目２０１番１ 東芝ライテック株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝三丁目２３番１号 セレスティン芝三井ビルディング１１階 鈴榮特許綜合事務所内 Tokyo (JP).

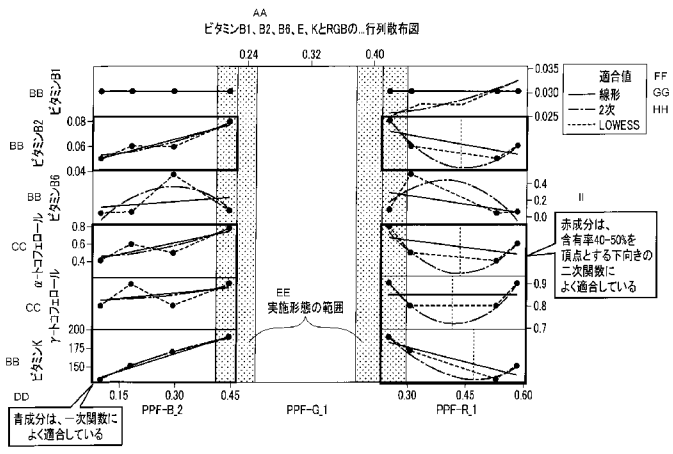
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) **Title**: LIGHTING DEVICE AND CULTIVATION EQUIPMENT

(54) 発明の名称 : 照明器及び栽培設備



AA ···matrix scatter plot of vitamins B1, B2, B6, E, and K and RGB
BB vitamin
CC tocopherol
DD Blue component matches well to linear function
EE Range of embodiment
FF Adaptive value
GG Linear
HH Quadratic
II Red component matches well to downward quadratic function having peak at content of 40-50%

(57) **Abstract**: Provided is a lighting device allowing for an excellent adjustment of a nutritional component in a cultivation body for plants or the like. A cultivation lighting device of an embodiment of the present invention emits an emission spectrum including a first wavelength component having a light intensity between 600 nm and 700 nm, a second wavelength component having a light intensity between 500 nm and less than 600 nm, and a third wavelength component having a light intensity between 400 nm and less than 500 nm. The lighting device satisfies the condition that relative to the photosynthetically active proton flux of the three wavelength components, i.e., the first, second, and third wavelength components, the content (PPF-R) of the photosynthetically active proton flux of the first wavelength component is 20% to 30%, the content (PPF-G) of the photosynthetically active proton flux of the second wavelength component is 25% to 35%, and the content (PPF-B) of the photosynthetically active proton flux of the third wavelength component is 40% to 50%.

(57) 要約: 植物等の育成体の栄養成分の調整に優れた照明器を提供すること。 実施形態の照明器は、600nm 以上 700nm 以下に光強度を有する第１の波長成分、500nm 以上 600nm 未満に光強度を有する第２の波長成分、及び 400nm 以上 500nm 未満に光強度を有する第３の波長成分を含む発光スペクトルを放出する育成用の照明器である。前記照明器は、前記第１、第２、及び第３の波長成分の３波長成分の光合成有効光子束に対する前記第１の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-R）が 20%以上 30%以下、前記第２の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-G）が 25%以上 35%以下、及び前記第３の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-B）が 40%以上 50%以下を満たす。

WO 2017/126679 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 照明器及び栽培設備

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、照明器及び栽培設備に関する。

背景技術

[0002] 近年、屋内施設における野菜等の栽培に関する研究開発が盛んになっている。屋内施設は、菌の侵入を制限したクリーンルームとする。これにより、雑菌の少ない野菜等を生産することが可能となる。このようなクリーンルームで生産される野菜等は、雑菌による傷みが少なく長期保存が可能であり、高い鮮度が長期的に求められるカット野菜やサラダ用に適する。

[0003] 屋内施設における野菜等の生産には、栽培状況を把握するための遠隔監視システム、梱包材などを消毒する除菌システム、及び均一な温度・湿度の環境を実現する空調システム等が導入される。加えて、植物育成向けに蛍光灯やＬＥＤ等の照明装置が設置される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１５－２７３３号公報

特許文献2：特開２０１３－１２１３３１号公報

特許文献3：特表２０１４－５１０５２８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記の通り、屋内施設における野菜等の栽培に関する研究開発が盛んになっており、例えば植物等の育成体の栄養成分を調整する照明技術が望まれている。

[0006] 本発明の目的は、植物等の育成体の栄養成分の調整に優れた照明器及び栽培設備を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 実施形態の照明器は、600nm以上700nm以下に光強度を有する第１の波長成分、500nm以上600nm未満に光強度を有する第２の波長成分、及び400nm以上500nm未満に光強度を有する第３の波長成分を含む発光スペクトルを放出する育成用の照明器である。前記照明器は、前記第１、第２、及び第３の波長成分の３波長成分の光合成有効光子束に対する前記第１の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-R）が20%以上30%以下、前記第２の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-G）が25%以上35%以下、及び前記第３の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-B）が40%以上50%以下を満たす。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第１及び第２の実施形態に共通の水耕栽培システムの概略構成の一例を示す図である。

[図2]第１の実施形態に係る照明装置の概略構成の一例を示す図である。

[図3]ＬＥＤランプの概略構成の一例を示す断面図である。

[図4]第２の実施形態に係る照明装置の概略構成の一例を示す図である。

[図5]第１及び第２の実施形態に共通の水耕栽培システムの概略構成の一例を示すブロック図である。

[図6]ビタミンＢ１、Ｂ２、Ｂ６、Ｅ、ＫとPPF-R及びPPF-Bの関係の一例を示す図である。

[図7]フェロキノン、葉酸、パントテン酸、ナイアシンとPPF-R及びPPF-Bの関係の一例を示す図である。

[図8]ビタミンCの含有量と光のＢＲ比の一例を示す図である。

[図9]βカロテンの含有量と光のＢＲ比の一例を示す図である。

[図10]ＦＬ（Fluorescent Lamp）照明により栽培されたコスレタスの味覚分析データの一例を示す図である。

[図11]栽培日数と糖度の関係の一例を示す図である。

[図12]栽培日数と硝酸の関係の一例を示す図である。

実施形態

[0009] 図１は、第１及び第２の実施形態に共通の水耕栽培システム（栽培設備）

の概略構成の一例を示す図である。図１に示すように、水耕栽培システム１は、上下方向に複数段設けられた栽培棚１０上に、栽培ベッド１１が配置されている。本実施形態においては、栽培棚１０は三段設けられているが、栽培棚１０の段数は任意である。栽培ベッド１１は、培養液１２を貯留する栽培桶１３の上部に栽培する植物を保持する複数の苗受けカップ１４が配置されている。苗受けカップ１４は、発泡性樹脂等によって形成された平板状の栽培トレー１５を介して栽培桶１３の上部に保持されている。本実施形態においては、苗受けカップ１４と栽培トレー１５が生育体保持部を構成している。

[0010] 苗受けカップ１４は、例えば、樹脂材料等によってカップ状に形成され、底面には円形状の孔１４ａが形成されている。苗受けカップ１４内には、植物の苗や種子等の生育体５を育成するための培地が生育体５とともに収容されている。培地としては、通気性と吸水性に優れた繊維質素材やブロック状の多孔質樹脂、粒状物等を採用することができる。苗受けカップ１４の底面の孔１４ａは、栽培桶１３内の培養液１２を培地に吸水させるとともに、苗受けカップ１４内の生育体５の根５ａを培養液１２内に伸ばすために利用される。なお、苗受けカップ１４からは、培地に培養液１２を吸わせるために吸水布を垂らすようにしてもよい。

[0011] 栽培桶１３は、給水部１６を通して内部に培養液１２が供給され、所定水位を超えた培養液１２が排水口１７から外部に排出される。給水部１６は、栽培桶１３の長手方向の一端側の上部に配置されている。

[0012] 排水口１７は、栽培桶１３の長手方向の他端側の底面に形成されている。排水口１７は、栽培桶１３の底壁から下方に突出して形成された円筒状の排水筒１８に形成されている。上下方向に配列される各栽培桶１３の排水口１７（排水筒１８）の位置は、長手方向で互い違いとなるように設定されている。排水筒１８には接続管１９が接続されている。

[0013] 上段の栽培桶１３の排水筒１８に接続された接続管１９は、中断の栽培桶１３の給水部１６に接続されている。中段の栽培桶１３の排水筒１８に接続

された接続管１９は、下段の栽培桶１３の給水部１６に接続されている。また、下段の栽培桶１３の排水筒１８に接続された接続管１９は、培養液タンク２１に接続されている。なお、培養液タンク２１の内部には、培養液とともに流れ込んだゴミ等の異物を捕捉する異物除去網が設置されている。また、培養液タンク２１には、循環ポンプ２０を介して上段の栽培桶１３の給水部１６が接続されている。

[0014] 各栽培桶１３の排水口１７には、円筒状の水位調整筒２２が着脱可能に嵌入されている。水位調整筒２２は、栽培桶１３内の上部空間に連通する開口部２２ａを有している。水位調整筒２２は、栽培桶１３内で所定水位を超えた培養液１２を、開口部２２ａを通して排水口１７に排出する。

[0015] また、各栽培棚１０の苗受けカップ１４の上方位置には、ＬＥＤ光源筒の育成体の育成用の照明装置３０が設置されている。この照明装置３０は、反射板（反射材）３０ａ、及び照明器３１（又は照明器３２及び３３）等を備える。この照明装置３０については後に詳しく説明する。

[0016] 図２は、第１の実施形態に係る照明装置３０の概略構成の一例を示す図である。図２に示すように、照明装置３０は、複数の照明器３１を備える。照明器３１は、ＲＧＢの各波長成分を有する発光スペクトルを有する照明器であり、直線状に配置された複数のＬＥＤ（Light Emitting Diode）ランプ４１を備える。なお、第１の実施形態では、複数のＬＥＤランプ４１が直線状（一列）に配置されるケースについて説明するが、複数のＬＥＤランプ４１が２以上の直線状（複数列）に配置されてもよい。

[0017] 図３は、ＬＥＤランプ４１の概略構成の一例を示す断面図である。図３に示すように、ＬＥＤランプ４１は、発光素子としてＬＥＤチップ４１２を有している。ＬＥＤチップ４１２としては、例えば青色発光タイプのＬＥＤチップが用いられている。このＬＥＤチップ４１２は、基板４１３上に電気絶縁層４１４を介して設けられた回路パターン４１５上に搭載されている。

[0018] 基板４１３は、放熱性と剛性を有するアルミニウム（Ａｌ）、ニッケル（Ｎｉ）、ガラスエポキシ等の平板から成る。また、回路パターン４１５は、

銅（Ｃｕ）とニッケル（Ｎｉ）の合金、金（Ａｕ）等により構成され、陽極側と陰極側の回路パターン４１５を有している。ＬＥＤチップ４１２は、一方（例えば陽極側）の回路パターン４１５上に載置されて底面電極が電気的に接続され、上面電極が他方（例えば陰極側）の回路パターン４１５にボンディングワイヤ４１６により電気的に接続されている。基板４１３上には、上方に向けて徐々に拡径する円錐台状の凹部４１７を形成するフレーム４１８が設けられており、ＬＥＤチップ４１２はこの凹部４１７内に配置されている。フレーム４１８は、例えばポリブチレンテレフタレート（ＰＢＴ）、ポリフタルアミド（ＰＰＡ）、ポリカーボネート（ＰＣ）等により形成されており、凹部４１７は、例えば深さが０．５～１．０ｍｍの円錐台状に形成されている。

[0019] ＬＥＤチップ４１２が配置された凹部４１７内には、透明樹脂（熱硬化性樹脂）を主体とし、主波長の異なる２種類以上の蛍光体（任意の蛍光体）を含有する蛍光体含有樹脂層４１９が設けられており、ＬＥＤチップ４１２はこの蛍光体含有樹脂層４１９により凹部４１７内に封止されている。

[0020] 蛍光体含有樹脂層４１９は、液状の透明樹脂（熱硬化性樹脂）に２種類以上の前記蛍光体を混合・分散させた蛍光体含有樹脂（蛍光体分散液）を、ディスペンサなどの注入装置を用いてＬＥＤチップ４１２が配置された凹部４１７内に注入し、加熱硬化させることにより形成されている。透明樹脂としては、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂等が挙げられる。液状のシリコーン樹脂の使用が好ましく、注入の容易さの観点から、２５℃における粘度が１～７０Ｐａ・ｓのシリコーン樹脂の使用が特に好ましい。２種類以上の前記蛍光体が混合・分散された蛍光体含有樹脂の注入量は、ほぼ５～１０ｍｇである。なお、図面では、蛍光体含有樹脂層４１９の上面が凹部４１７の上端とほぼ面一に形成されているが、特にこれに限定されるものではない。透明樹脂に含有させる２種類以上の蛍光体の主波長は、特に限定されるものではなく、目的とするＬＥＤランプ４１１の発光色などに応じて適宜選択することができる。

[0021] 蛍光体としては、例えば、青色発光タイプのＬＥＤチップ４１２から発光される青色光により励起されて黄色光から橙色光間の光を発光する黄色系蛍光体が用いられる。また、主波長が５００～５６０ｎｍの緑色あるいは黄緑色蛍光体と、主波長が６２０～６５０ｎｍの赤色蛍光体の少なくとも一方を前記黄色系蛍光体とともに用いることができる。ここで、青色光により励起されて黄色光から橙色光間の光を発光する黄色系蛍光体としては、例えばＲＥ３（Ａｌ，Ｇａ）５Ｏ１２：Ｃｅ蛍光体（ＲＥはＹ、ＧｄおよびＬａから選ばれる少なくとも１種を示す。以下同じ。）等のＹＡＧ系蛍光体、ＡＥ２ＳｉＯ４：Ｅｕ蛍光体（ＡＥは、Ｓｒ、Ｂａ、Ｃａなどのアルカリ土類元素を示す。以下同じ。）やＳｒ３ＳｉＯ５：Ｅｕ２＋蛍光体等のケイ酸塩（シリケート）蛍光体、サイアロン系蛍光体（例えば、ＣａｘＳｉｙＡｌｚＯＮ：Ｅｕ２＋）、およびＣａ３Ｓｃ２Ｏ４：Ｃｅ蛍光体等があり、これらの中から選択される。緑色あるいは黄緑色蛍光体としては、例えばＲＥ３（Ａｌ，Ｇａ）５Ｏ１２：Ｃｅ蛍光体等のＹＡＧ系蛍光体、ＡＥ２ＳｉＯ４：Ｅｕ蛍光体やＣａ３Ｓｃ２Ｓｉ３Ｏ１２：Ｃｅ蛍光体等のケイ酸塩蛍光体、サイアロン系蛍光体（例えば、ＣａｘＳｉｙＡｌｚＯＮ：Ｅｕ２＋）、およびＣａ３Ｓｃ２Ｏ４：Ｃｅ蛍光体等があり、これらの中から選択される。赤色蛍光体としては、Ｌａ２Ｏ２Ｓ：Ｅｕ蛍光体のような酸硫化物蛍光体、窒化物系蛍光体（例えば、ＡＥ２Ｓｉ５Ｎ８：Ｅｕ２＋やＣａＡｌＳｉＮ３：Ｅｕ２＋）等が用いられるが、特に限定されるものではない。

[0022] このように構成されるＬＥＤランプ４１では、印加された電気エネルギーがＬＥＤチップ４１２で主波長が４２０～４８０ｎｍ（例えば４６０ｎｍ）の青色光に変換されて放射され、放射された青色光は、蛍光体含有樹脂層４１９中に含有された２種類以上の蛍光体で、より長波長の光に変換される。そして、ＬＥＤチップ４１２から放射される青色光とこれらの蛍光体の発光色とに基づく色である白色光がＬＥＤランプ４１から放出される。

[0023] 例えば、ＬＥＤランプ４１の蛍光体含有樹脂層４１９の２種類以上の蛍光体の含有量及び混合比等を調整することにより、照明装置３０は、以下（１

）の特性を有する。

[0024] （１）照明装置３０は、600-700nm（600nm以上700nm以下）に光強度を有する第１の波長成分（赤色光：Ｒ）、500-600nm（例えば500nm以上600nm未満）に光強度を有する第２の波長成分（緑色光：Ｇ）、及び400-500nm（例えば400nm以上500nm未満）に光強度を有する第３の波長成分（青色光：Ｂ）を含む発光スペクトルを放出する。さらに、照明装置３０は、前記第１、第２、及び第３の波長成分の３波長成分の光合成有効光子束（PPF：Photosynthetic Photon Flux）に対する前記第１の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-R）が20%以上30%以下の第１の条件、前記第２の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-G）が25%以上35%以下の第２の条件、及び前記第３の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-B）が40%以上50%以下の第３の条件を満たす（照明装置３０は図６及び図７に示すPPF-R、PPF-Bの条件を満たす）。

[0025] 図４は、第２の実施形態に係る照明装置３０の概略構成の一例を示す図である。図４に示すように、照明装置３０は、複数の照明器（照明器３２及び３３）を備える。照明器３２は、ＲＧＢの各波長成分を有する白色系の発光スペクトルを有する照明器であり、一直線状に配置された複数の白色系ＬＥＤランプ４２を備える。なお、照明器３２及びＬＥＤランプ４２の基本的な構成は照明器３１及びＬＥＤランプ４１と同様である。照明器３３は、例えば、単色青色系のＬＥＤ４３（ピーク発光波長λp=400nm以上500nm未満）により構成されるＬＥＤランプである。或いは、照明器３３は、例えば、単色赤色系のＬＥＤ４３（ピーク発光波長λp=600nm以上700nm以下）により構成されるＬＥＤランプである。或いは、照明器３３は、例えば、照明器３２とは発光スペクトルが異なる白色系のＬＥＤ４３により構成されるＬＥＤランプである。

[0026] 第２の実施形態に係る照明装置３０は、照明器３２及び３３の出力を制御することにより、以下（１）の特性を有する。

[0027] （１）照明装置３０は、600-700nm（600nm以上700nm以下）に光強度を有する第１の波長成分（赤色光：Ｒ）、500-600nm（例えば500nm以上600nm未満）

に光強度を有する第２の波長成分（緑色光：Ｇ）、及び400-500nm（例えば400nm以上500nm未満）に光強度を有する第３の波長成分（青色光：Ｂ）を含む発光スペクトルを放出する。さらに、照明装置３０は、前記第１、第２、及び第３の波長成分の３波長成分の光合成有効光子束（PPF：Photosynthetic Photon Flux）に対する前記第１の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-R）が20%以上30%以下の第１の条件、前記第２の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-G）が25%以上35%以下の第２の条件、及び前記第３の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-B）が40%以上50%以下の第３の条件を満たす（照明装置３０は図６及び図７に示すPPF-R、PPF-Bの条件を満たす）。

[0028] なお、白色系のＬＥＤランプは、上記説明のものだけに限定されるものではなく、例えば、青、緑、及び赤の各色に発光する３つのＬＥＤチップを使用して白色発光を実現するＬＥＤランプを適用するようにしてもよいし、紫外線発光のＬＥＤチップと青、緑、及び赤の各色発光の三色混合蛍光体とを組合せて白色発光を実現するＬＥＤランプを適用するようにしてもよい。

[0029] 図５は、第１及び第２の実施形態に共通の水耕栽培システムの概略構成の一例を示すブロック図である。図５に示すように、水耕栽培システムは、入力部５１、記憶部５２、情報処理部５３、照明制御部５４、及び照明装置３０を備える。

[0030] 入力部５１は、キーボード及びディスプレイ等により構成され、ユーザの入力操作に対応して、例えば、栽培する植物等の育成体の希望する味、栄養素の含有量、糖度、及び硝酸値等のうちの少なくとも一つの情報を入力する。記憶部５２は、換算データを記憶する。情報処理部５３は、記憶部５２に記憶された換算データ及び入力部５１から入力される情報に基づき、照明制御情報を生成し出力する。照明制御部５４は、照明制御情報に基づき照明装置３０を制御する。例えば、照明制御部５４は、照明装置３０を構成する各照明器の出力をそれぞれ独立に制御する。例えば、照明制御部５４は、照明制御情報に基づき照明装置３０を構成する複数の照明器３１の出力バランス、強度、及び出力日数（栽培日数）等を制御する。また、照明制御部５４は

、照明制御情報に基づき照明装置３０を構成する複数の照明器３２及び複数の照明器３３の出力バランス、強度、及び出力日数（栽培日数）等を制御する。これにより、例えば、栽培面の明るさが光合成有効光子束密度（PPFD：Photosynthetic Photon Flux Density）の値の平均値が150umol m-2 s-1以上となる。

[0031] 以下、第１及び第２の実施形態に係る水耕栽培システムの作用効果について説明する。

[0032] 図６は、ビタミンＢ１、Ｂ２、Ｂ６、Ｅ、ＫとPPF-R及びPPF-Bの関係の一例を示す図である。図６に示すように、照明装置３０は、PPF-Rの含有率が20%以上30%以下の第１の条件、PPF-Gの含有率が25%以上35%以下の第２の条件、及びPPF-Bの含有率が40%以上50%以下の第３の条件を満たし、この場合に育成体におけるいくつかの栄養成分について良好な結果が得られた。例えば、PPF-Bの含有率の増加に応じて、ビタミンＢ２、ビタミンＢ６、トコフェロール、ビタミンＫについて良好な結果が得られた。また、PPF-Rの含有率の減少に応じて、ビタミンＢ２、ビタミンＢ６、トコフェロール、ビタミンＫについて良好な結果が得られた。なお、PPF-Gの含有率は、PPF-R及びPPF-Bの含有率に応じたものとなり、PPF-Gの含有率が栄養素の増減に与える影響は小さく、図６ではPPF-Gの含有率について記載を省略する。

[0033] 図７は、フェロキノン、葉酸、パントテン酸、ナイアシンとPPF-R及びPPF-Bの関係の一例を示す図である。図７に示すように、照明装置３０は、PPF-Rの含有率が20%以上30%以下の第１の条件、PPF-Gの含有率が25%以上35%以下の第２の条件、及びPPF-Bの含有率が40%以上50%以下の第３の条件を満たし、この場合に育成体におけるいくつかの栄養成分について良好な結果が得られた。例えば、PPF-Bの含有率の増加に応じて、フェロキノン、葉酸、パントテン酸、ナイアシンについて良好な結果が得られた。また、PPF-Rの含有率の減少に応じて、フェロキノン、葉酸、パントテン酸、ナイアシンについて良好な結果が得られた。なお、PPF-Gの含有率は、PPF-R及びPPF-Bの含有率に応じたものとなり、PPF-Gの含有率が栄養素の増減に与える影響は小さく、図７では

PPF-Gの含有率について記載を省略する。

[0034] 図８は、ビタミンCの含有量と光のＢＲ比の一例を示す図である。図８に示すように、照明装置３０は、PPF-Rの含有率が30%以下で、PPF-Bの含有率が40%以上において、育成体における栄養成分（ビタミンC等）の含有量が多くなる。

[0035] 図９は、βカロテンの含有量と光のＢＲ比の一例を示す図である。図９に示すように、照明装置３０は、PPF-Rの含有率が30%以下で、PPF-Bの含有率が36%以上において、育成体における栄養成分（βカロテン等）の含有量が多くなる。特に、PPF-Rの含有率が25%前後、PPF-Bの含有率が45%前後において、育成体における栄養成分（βカロテン等）の含有量が多くなる。

[0036] 図１０は、ＦＬ（Fluorescent Lamp）照明により栽培されたコスレタスの味覚分析データの一例を示す図である。例えば、白色系のＦＬ（Fluorescent Lamp）照明、白色系のＦＬ照明と青色系単色のＬＥＤ照明、及び白色系のＦＬ照明と赤色系単色のＬＥＤ照明により栽培されたコスレタスの味覚分析データの一例を示す図である。図１０に示すように、例えば、青色光が強いと塩味(先味)が強く、赤色光が強いと旨味(先味)や、旨味コク(後味)が抑えられる。栽培日数が長いほど糖度が高くなる。照明装置３０から育成体に照射される光のスペクトルを調整することにより、収穫される育成体の味を調整することが出来る。

[0037] 図１１は、栽培日数と糖度の関係の一例を示す図である。図１１に示すように、栽培日数に応じて糖度は増加傾向にある。図１１中のＬＥＤは、照明装置３０による栽培日数と糖度の関係の一例を示している。また、図１２は、栽培日数と硝酸の関係の一例を示す図である。図１２に示すように、栽培日数２０日目まで硝酸値は増加するが、その後、減少する傾向にある。このように、栽培日数を調整することにより、収穫される育成体の栄養素（糖度や硝酸値等）を制御（調整）することができる。図１２中のＬＥＤは、照明装置３０による栽培日数と硝酸値の関係の一例を示している。

[0038] 第１及び第２の実施形態の水耕栽培システムの記憶部５２は、図１０に示

す味覚分析データ、図１１に示す糖度変化データ、図１２に示す硝酸値変化データ等を記憶し、また、入力部５１は、栽培する育成体の希望する味、栄養素の含有量、糖度、及び硝酸値等のうちの少なくとも一つの情報を入力する。情報処理部５３は、記憶部５２に記憶されたデータ及び入力部５１から入力される情報に基づき、照明制御情報を生成し出力する。照明制御部５４は、照明制御情報に基づき照明装置３０を制御する。これにより、栽培する育成体の希望する味、栄養素の含有量、糖度、及び硝酸値等の育成体を育成することができる。

[0039] 例えば、異なる波長成分の複数の照明器を組み合わせる（合成する）ことで、照明装置３０が、少なくとも上記（１）の特性を有するように構成することができる。また、照明装置３０に反射板（反射材）を設けることにより、所望の合成スペクトル（上記（１））を放出させることができる。

[0040] 上記説明した水耕栽培システムによれば、植物等の育成体に照射する光のスペクトル中のＲＧＢ比率を調整することにより栄養・味成分の調整が可能となる。例えば、栄養素（ビタミンA,B2,C,E,K,フェロキノン、葉酸、パントテン酸、ナイアシン等）の増強が挙げられる。また、育成体における糖度や硝酸値の調整が可能となる。

[0041] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

請求の範囲

[請求項1] 600nm以上700nm以下に光強度を有する第１の波長成分、500nm以上600nm未満に光強度を有する第２の波長成分、及び400nm以上500nm未満に光強度を有する第３の波長成分を含む発光スペクトルを放出する育成用の照明器であって、

前記第１、第２、及び第３の波長成分の３波長成分の光合成有効光子束に対する前記第１の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-R）が20%以上30%以下、前記第２の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-G）が25%以上35%以下、及び前記第３の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-B）が40%以上50%以下を満たすことを特徴とする照明器。

[請求項2] 青色単色ＬＥＤチップ、及び任意の蛍光体により構成されるＬＥＤ照明であることを特徴とする請求項１の照明器。

[請求項3] 複数の照明器により構成される照明装置と、

各照明器から所望の発光スペクトルを育成体に照射するため、各照明器の出力をそれぞれ独立に制御する制御部と、

を備え、

前記照明装置は、600nm以上700nm以下に光強度を有する第１の波長成分、500nm以上600nm未満に光強度を有する第２の波長成分、及び400nm以上500nm未満に光強度を有する第３の波長成分を含む発光スペクトルを放出する育成用の照明装置であって、

前記第１、第２、及び第３の波長成分の３波長成分の光合成有効光子束に対する前記第１の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-R）が20%以上30%以下の第１の条件、前記第２の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-G）が25%以上35%以下の第２の条件、及び前記第３の波長成分の光合成有効光子束の含有率（PPF-B）が40%以上50%以下の第３の条件を満たすことを特徴とする栽培設備。

[請求項4] 前記育成体の栽培面の光合成有効光子束密度の平均値が150umol m-

2 s-1以上であることを特徴とする請求項３の栽培設備。

[請求項5] 前記照明装置は、第１及び第２の照明器を含み、

前記第１の照明器は、前記第１、第２、及び第３の波長成分を含む白色系の発光スペクトルを放出し、

前記第２の照明器は、前記第３の波長成分の青色系ＬＥＤ照明であることを特徴とする請求項３又は４の栽培設備。

[請求項6] 前記照明装置は、第１及び第２の照明器を含み、

前記第１の照明器は、前記第１、第２、及び第３の波長成分を含む白色系の発光スペクトルを放出し、

前記第２の照明器は、前記第１の波長成分の赤色系ＬＥＤ照明であることを特徴とする請求項３又は４の栽培設備。

[請求項7] 前記照明装置は、白色系の発光スペクトルを２種類以上有することを特徴とする請求項３又は４の栽培設備。

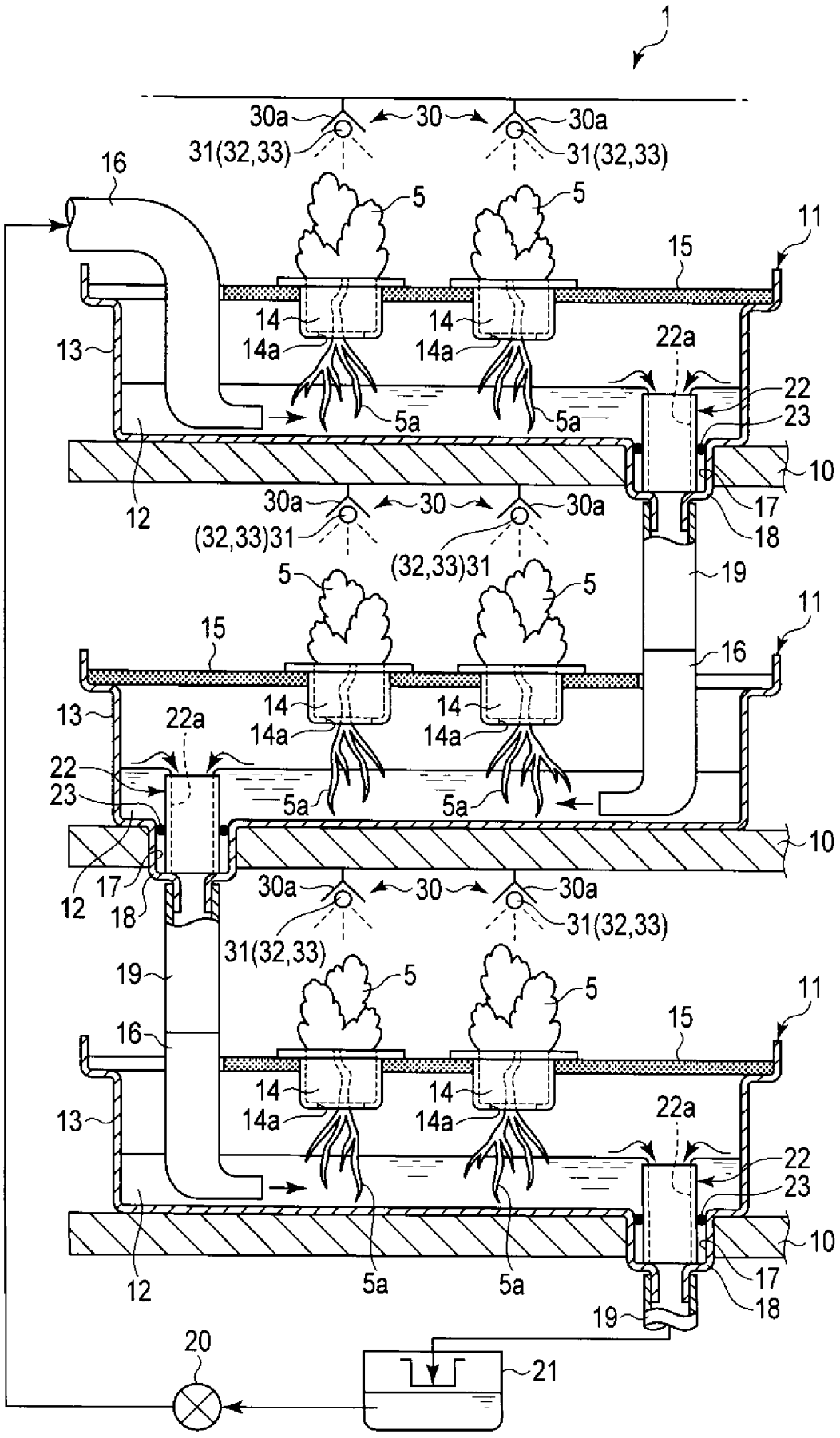
[請求項8] 希望する味、栄養素の含有量、糖度、及び硝酸値のうちの少なくとも一つの情報を設定する設定部と、

前記情報に基づいて照明装置の出力を制御する制御部と、

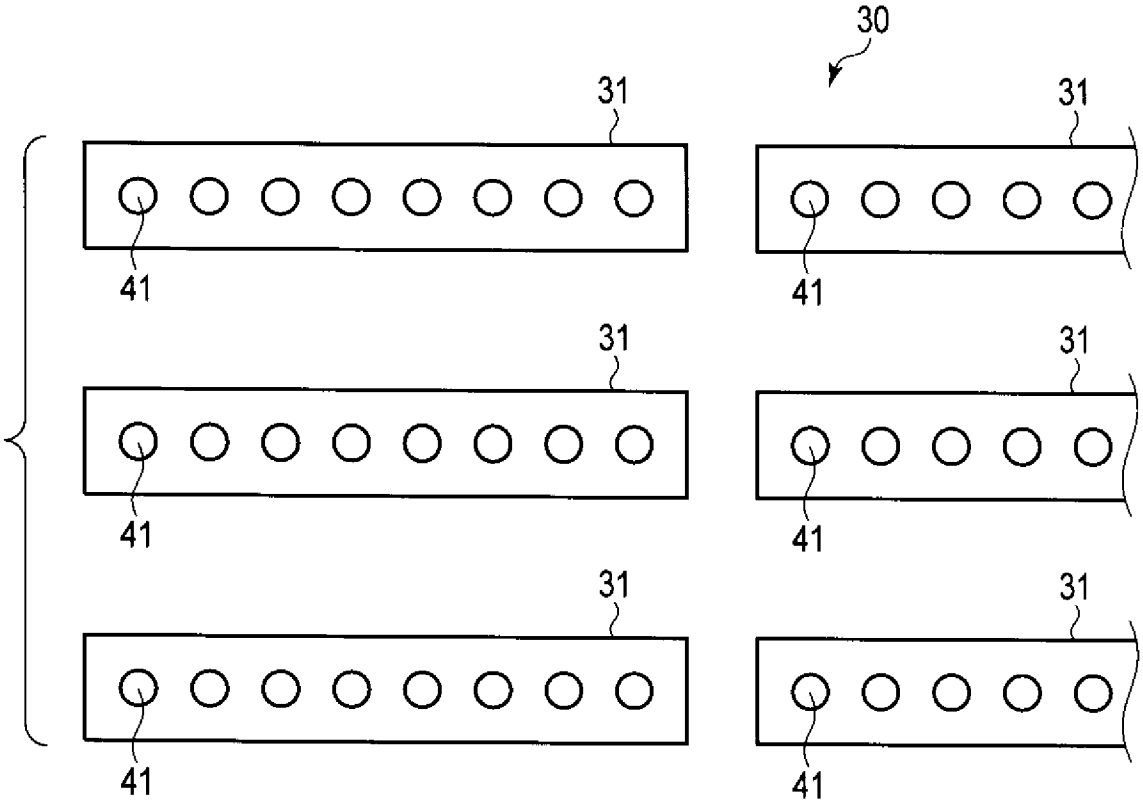
を備える請求項３乃至７の何れか一つの栽培設備。

[請求項9] 前記第１、第２、第３の条件を満たすため前記照明装置からの光を反射させる光反射板を備える請求項３乃至８の何れか一つの栽培設備。

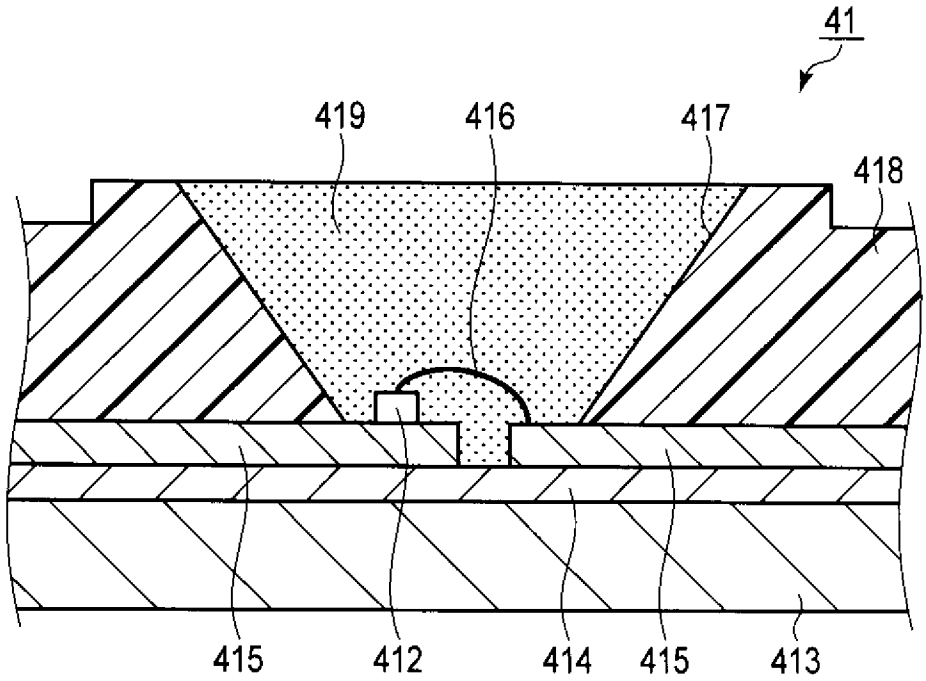
[図1]


1
30a
30
30a
31(32,33)
31(32,33)
16
5
5
11
15
14
14
14a
14a
13
22a
22
23
5a
5a
10
12
17
18
19
(32,33)31
(32,33)31

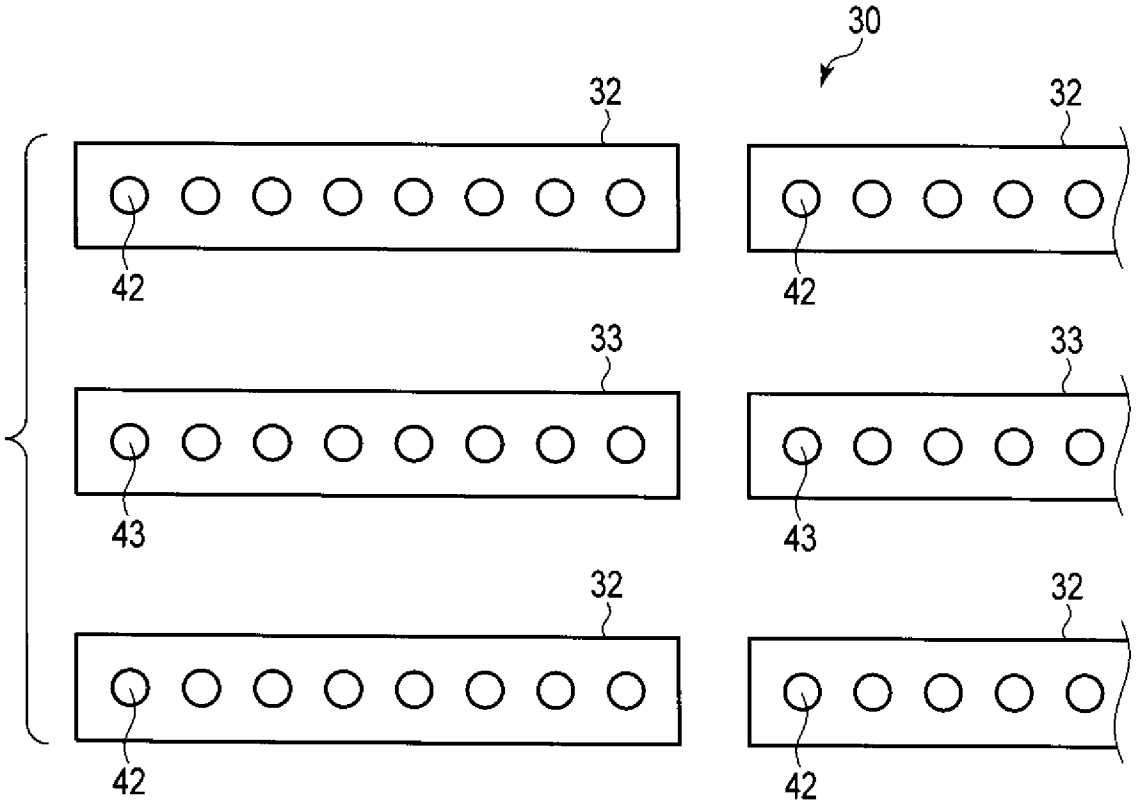
[図2]



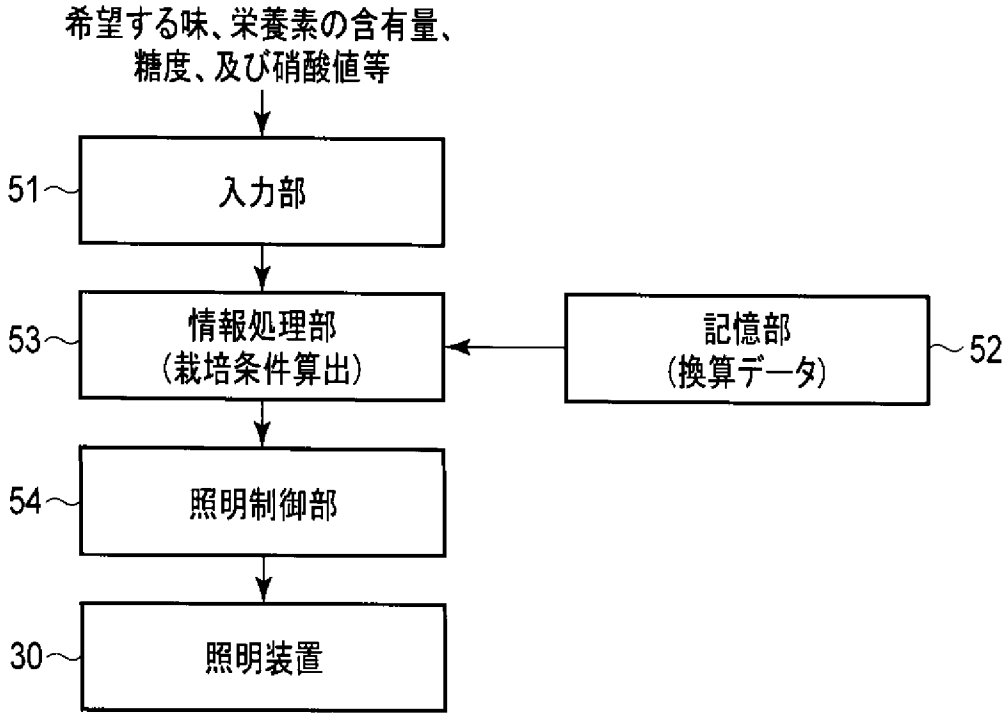
[図3]



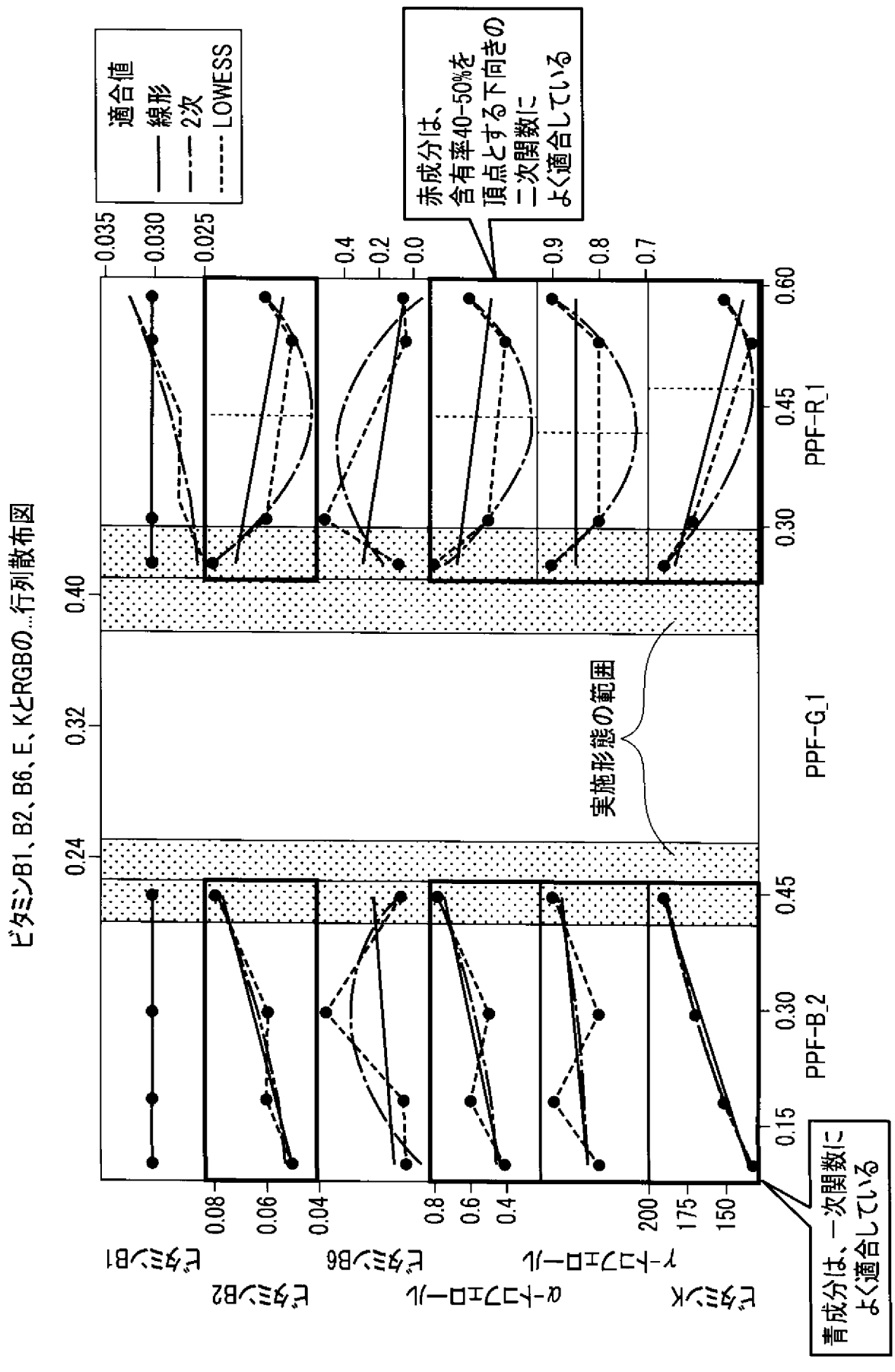
[図4]


30
32
32
42
42
33
33
43
43
32
32
42
42

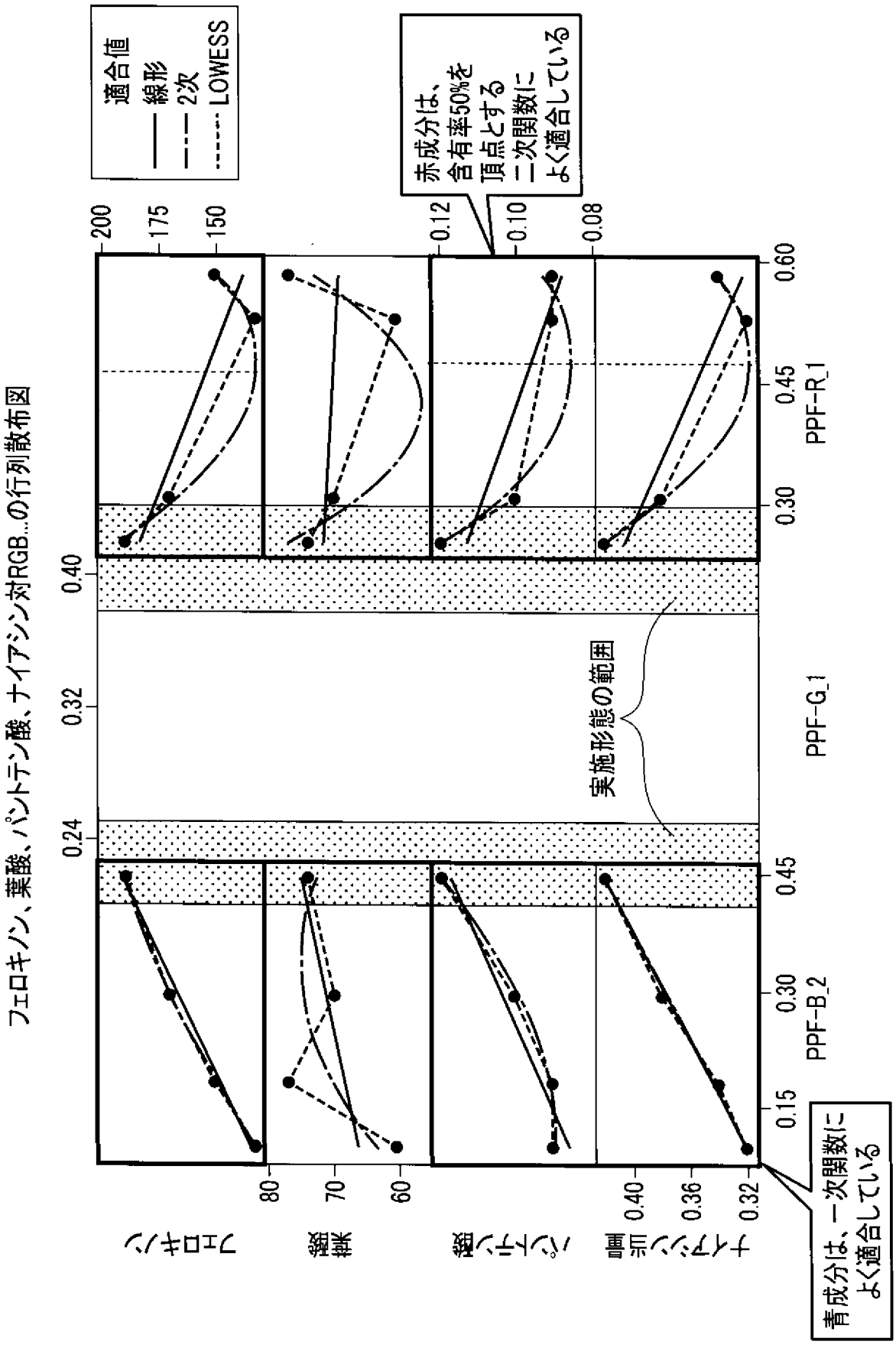
[図5]


希望する味、栄養素の含有量、
糖度、及び硝酸値等
51
入力部
53
情報処理部
(栽培条件算出)
記憶部
(換算データ)
52
54
照明制御部
30
照明装置

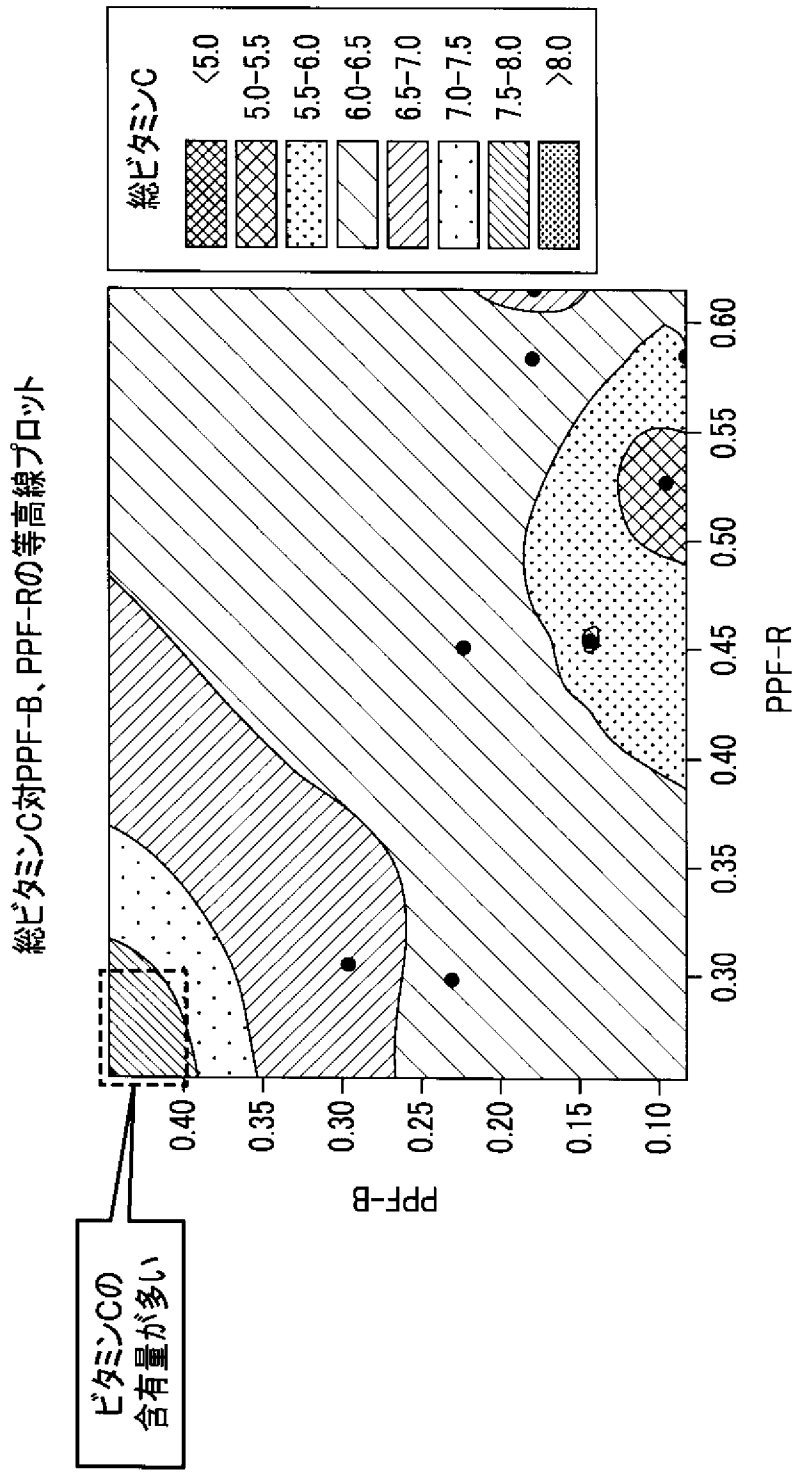
[図6]


ビタミンB1、B2、B6、E、KとRGBの…行列散布図
適合値
線形
2次
LOWESS
赤成分は、
含有率40-50%を
頂点とする下向きの
二次関数に
よく適合している
青成分は、一次関数に
よく適合している
実施形態の範囲
ビタミンB1
ビタミンB2
ビタミンB6
α-トコフェロール
γ-トコフェロール
ビタミンK
PPF-B_2
PPF-G_1
PPF-R_1

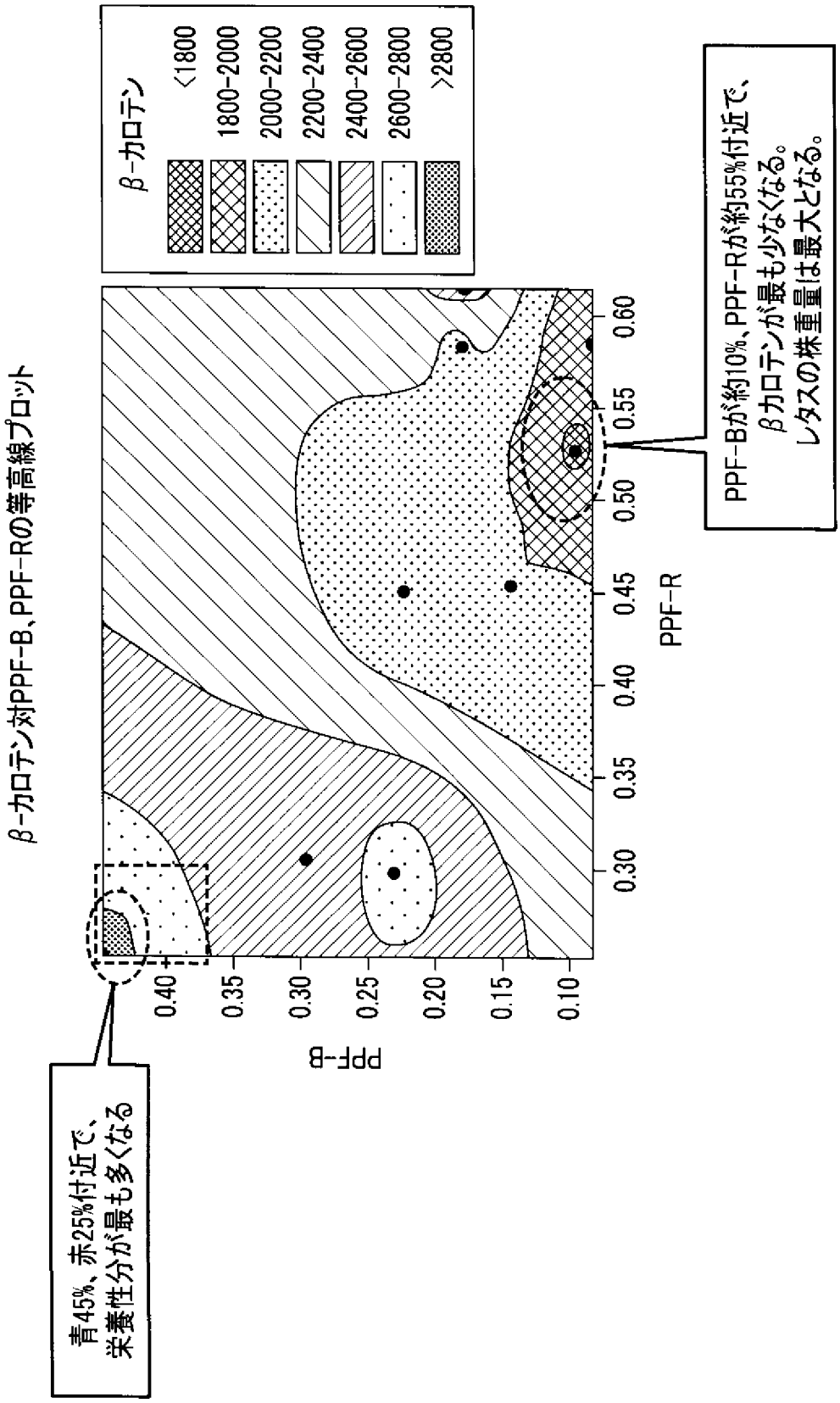
[図7]


フェロキノン、葉酸、パントテン酸、ナイアシン対RGB..の行列散布図
適合値
線形
2次
LOWESS
赤成分は、
含有率50%を
頂点とする
二次関数に
よく適合している
実施形態の範囲
青成分は、一次関数に
よく適合している
PPF-R_1
PPF-G_1
PPF-B_2
フェロキノン
葉酸
パントテン酸
ナイアシン

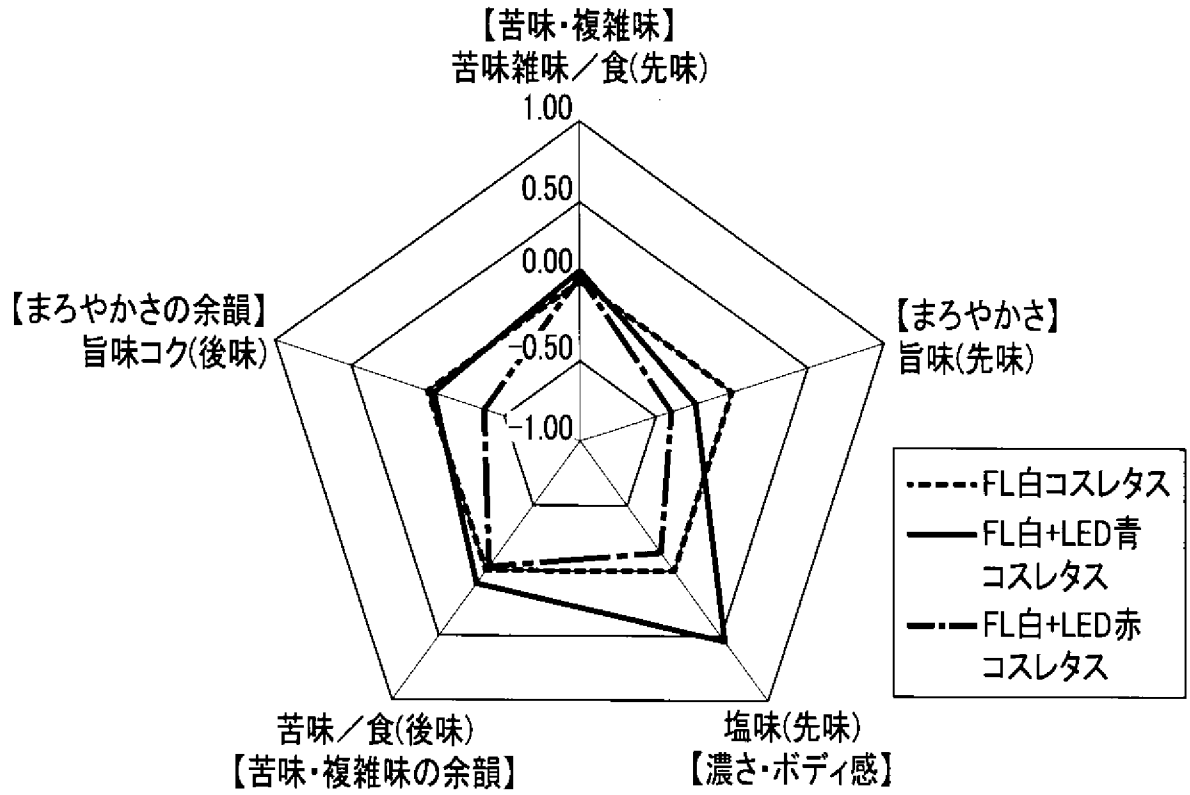
[図8]


総ビタミンC対PPF-B、PPF-Rの等高線プロット
総ビタミンC
<5.0
5.0-5.5
5.5-6.0
6.0-6.5
6.5-7.0
7.0-7.5
7.5-8.0
>8.0
PPF-B
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
PPF-R
0.30
0.35
0.40
0.45
0.50
0.55
0.60
ビタミンCの
含有量が多い

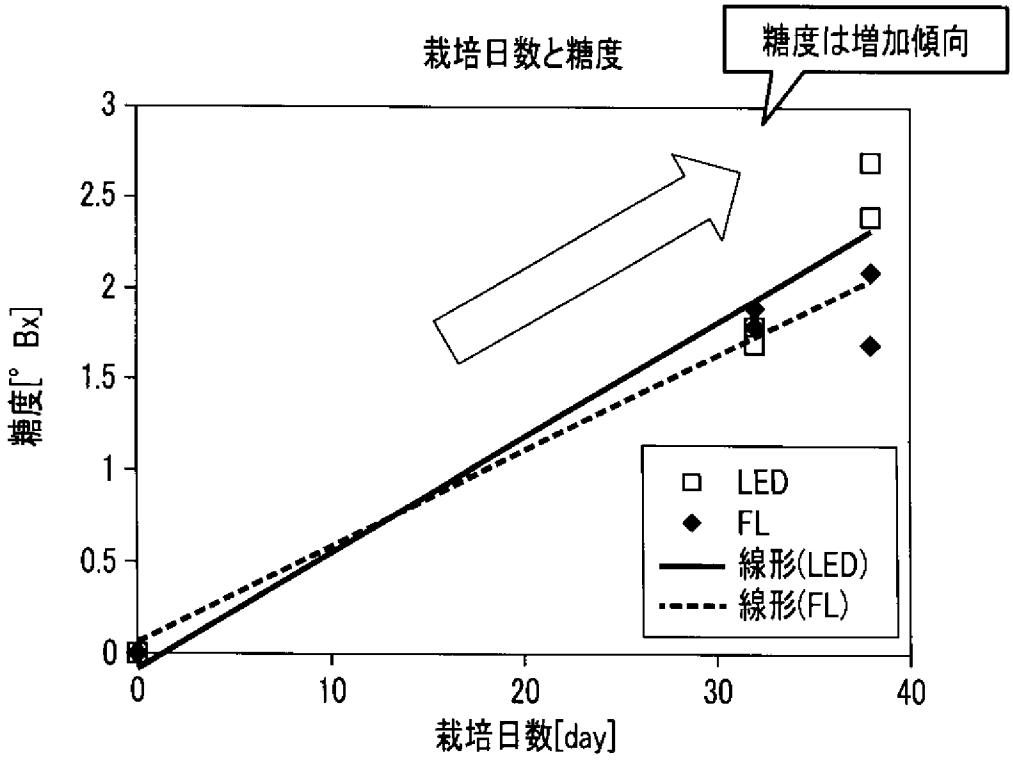
[図9]


β-カロテン対PPF-B、PPF-Rの等高線プロット
β-カロテン
<1800
1800-2000
2000-2200
2200-2400
2400-2600
2600-2800
>2800
PPF-B
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
PPF-R
0.30
0.35
0.40
0.45
0.50
0.55
0.60
青45%、赤25%付近で、
栄養性分が最も多くなる
PPF-Bが約10%、PPF-Rが約55%付近で、
βカロテンが最も少なくなる。
レタスの株重量は最大となる。

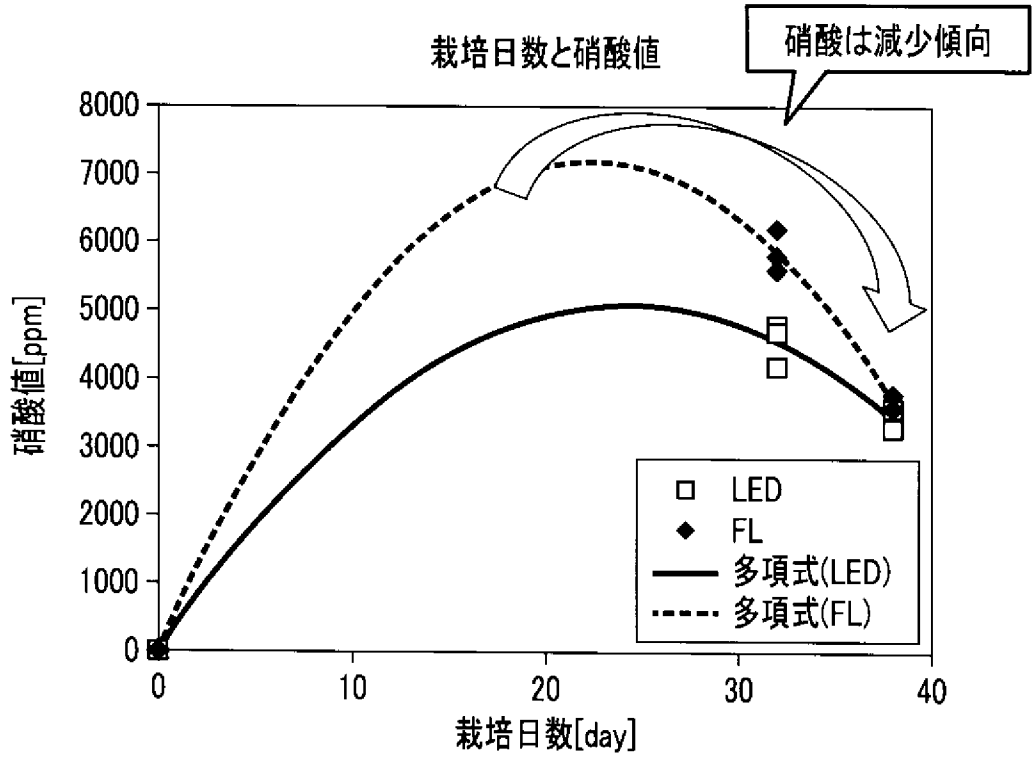
[図10]


【苦味・複雑味】
苦味雑味／食(先味)
1.00
0.50
0.00
-0.50
-1.00
【まろやかさ】
旨味(先味)
【まろやかさの余韻】
旨味コク(後味)
苦味／食(後味)
【苦味・複雑味の余韻】
塩味(先味)
【濃さ・ボディ感】
FL白コスレタス
FL白+LED青
コスレタス
FL白+LED赤
コスレタス

[図11]


栽培日数と糖度
糖度は増加傾向
糖度[° Bx]
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
10
20
30
40
栽培日数[day]
LED
FL
線形(LED)
線形(FL)

[図12]


栽培日数と硝酸値
硝酸は減少傾向
硝酸値[ppm]
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
0
10
20
30
40
栽培日数[day]
LED
FL
多項式(LED)
多項式(FL)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/001983

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A01G7/00(2006.01)i, *H01L33/50*(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A01G7/00, H01L33/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2015-33367 A (Sharp Corp.), 19 February 2015 (19.02.2015), entire text; all drawings; particularly, fig. 5 & CN 104335842 A	1-7,9 8
X Y	WO 2014/125714 A1 (Sharp Corp.), 21 August 2014 (21.08.2014), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0060] to [0062]; fig. 7 & US 2015/0327446 A1 entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0085] to [0087]; fig. 7 & EP 2957166 A1 & CN 104853587 A	1-7,9 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 April 2017 (13.04.17)	25 April 2017 (25.04.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/001983

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-205677 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 13 August 1996 (13.08.1996), entire text (Family: none)	8
Y	JP 2000-135031 A (Nihon Shokusei Corp.), 16 May 2000 (16.05.2000), entire text (Family: none)	8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００１９８３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A01G7/00(2006.01)i, H01L33/50(2010.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A01G7/00, H01L33/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2015-33367 A（シャープ株式会社）2015.02.19, 全文, 全図, 特に[図5] & CN 104335842 A	1-7,9 8
X Y	WO 2014/125714 A1（シャープ株式会社）2014.08.21, 全文, 全図, 特に[0060]～[0062], [図7] & US 2015/0327446 A1 全文, 全図, 特に[0085]～[0087], FIG.7 & EP 2957166 A1& CN 104853587 A	1-7,9 8
Y	JP 8-205677 A（三菱化学株式会社）1996.08.13, 全文（ファミリーなし）	8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１３．０４．２０１７	２５．０４．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｂ　９３１８
坂田　誠
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２３７

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2000-135031 A（日本植生株式会社）2000.05.16, 全文（ファミリーなし）	8